1. CONTACTORES

1.1 DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CONTACTORES

El contactor puede definirse como un aparato de corte, con mando a distancia, que vuelve a la posición de reposo cuando deja de actuar la fuerza que lo mantenía conectado; puede ser:

a) Contactor propiamente dicho, cuando la posición de reposo corresponde a la apertura de sus contactos.
b) Ruptor, cuando la posición de reposo corresponde al cierre de sus contactos.

En ambos casos, el aparato debe preverse para maniobras frecuentes bajo carga y sobrecarga normales. En lo que sigue, mientras no se diga expresamente lo contrario, nos referiremos siempre al contactor, propiamente dicho, cuyo empleo en la industria está mucho más extendido que el del Ruptor, definido anteriormente.

A continuación, se definen algunos conceptos relacionados con el contactor ya los que habremos de recurrir en nuestra explicación:

- Polo de un aparato. Conjunto de los elementos de un aparato que corresponden a un conductor de línea o de fase.
- Contacto auxiliar. Contacto inserto en un circuito auxiliar del aparato.
- Contacto de reposo. Contacto auxiliar de un aparato que sólo tiene una posición de reposo. Este contacto permanece cerrado, cuando el aparato está en su posición de reposo. También se llama contacto de apertura. Contacto auxiliar de un aparato que sólo tiene una posición de reposo. Este contacto permanece abierto, cuando el aparato está en su posición de reposo. También se llama contacto de cierre.

- **Contacto de acción temporizada.** Aparato en el que la acción sucede cierto tiempo después del instante en que se realizan las condiciones predeterminadas para su funcionamiento. Se denomina también contacto de acción diferida y contacto de acción retardada.
- **Poder de ruptura.** Designa la mayor intensidad de corriente que un aparato es capaz de cortar en unas condiciones de empleo dadas sin deteriorarse. Para corriente monofásica se expresa por el valor eficaz de la componente simétrica de la corriente y para corriente trifásica, por la media aritmética de los valores eficaces de las componentes simétricas de las corrientes en las diferentes fases.
- **Poder de conexión.** Designa la mayor intensidad que un aparato es capaz de cerrar, en unas condiciones de empleo dadas, sin deteriorarse. Para corriente monofásica se expresa por el valor eficaz de la componente simétrica de la corriente y para corriente trifásica, por la media aritmética de los valores eficaces de las componentes simétricas de las corrientes en las diferentes fases.
- **Tensión de restablecimiento.** Valor de la tensión que aparece en los bornes del aparato de corte, después de la desconexión del circuito. Se expresa en valor eficaz. Para un contactor, la tensión de restablecimiento es la diferencia existente entre la tensión nominal y la tensión que puede subsistir entre los polos del contactor, inmediatamente despues de la extinción del arco.

Los contactores se pueden clasificar según distintos criterios:

a) por el tipo de accionamiento:

1. Contactores electromagnéticos si el accionamiento se debe a la fuerza de atracción de un electroimán.
2. Contactores electromecánicos si el accionamiento se realiza por medios mecánicos (resortes, balancines, etc.).
3. Contactores neumáticos, cuando son accionados por la presión de un gas (nitrógeno, aire, etc.).
4. Contactores hidráulicos, cuando la fuerza de accionamiento procede de un líquido, que puede ser agua, aceite, etc.

b) por la disposición de sus contactos:

1. Contactores al aire, en los que la ruptura se produce en el seno del aire.
2. Contactores al aceite, en los que la ruptura tiene lugar en el seno de un baño de aceite. Los contactores al aceite permiten mayores intensidades, a igualdad de tamaño de los contactos, que los contactores al aire, debido al efecto refrigerante del aceite. Además, tantos los contactos como el arco quedan a resguardo del ambiente exterior. Pero en estos contactores, los contactos se desgastan rápidamente, debe renovarse periódicamente el aceite, necesitan mayor mantenimiento, etc; todos estos inconvenientes hacen que, actualmente, el empleo de estos contactores esté limitado a casos muy especiales, utilizándose universalmente los contacto res al aire, anteriormente definidos.

c) por la clase de corriente:

1. Contactores de corriente continua.
2. Contactores de corriente alterna.

d) por los límites de tensión:

1. Contactores de baja tensión (hasta 1000V).
2. Contactores de alta tensión (a partir de 1000V).

A continuación, vamos a exponer algunas consideraciones, referentes a los diversos tipos de accionamiento de los contactores.

Tanto los contactores neumáticos como los hidráulicos constan, esencialmente, de émbolos que comprimen un resorte que, al dispararse, acciona los contactos instantáneamente. La desconexión se efectúa por accionamiento sobre un trinquete de bloqueo, de los muelles antagonistas. En ambos tipos de contactores deben preverse fuentes auxiliares neumáticas o, hidráulicas, respectivamente, que resultan prohibitivas económicamente, en instalaciones con limitado número de contactores; además los accesorios necesarios (depósitos de aire comprimido o de líquido, tuberías, etc.) hacen estos aparatos complicados y voluminosos. Por estas razones, los

contactores neumáticos e hidráulicos apenas se emplean actualmente y no se estudiarán en la presente lección.

En lo que se refiere a los contactores electromecánicos, éstos disponen de un servomotor que carga un resorte que es el que definitivamente cierra los contactos. El desenganche de los contactos se realiza de forma parecida.

El accionamiento por servomotor no presenta tantos inconvenientes como el accionamiento por medios neumáticos o hidráulicos. La fuente auxiliar de energía es eléctrica y está a disposición de cualquier industria. Pero el volumen sigue siendo excesivo para las actuales tendencias de reducir el espacio al mínimo posible y mecánicamente, aún es demasiado complicado para resultar económico. Este sistema es el accionamiento preferido para los interruptores automáticos de gran potencia con mando a distancia pero, en el caso de contactores, solamente se emplean en instalaciones de gran potencia.

El contactor electromagnético es el más utilizado en las variantes de pequeña, mediana y gran potencia. La sencillez de construcción, unida a su robustez, su reducido volumen y el mantenimiento, prácticamente nulo, que necesita, lo hacen insustituible. La fuente de energía es la corriente eléctrica y su consumo es muy reducido; presenta el inconveniente de tener que estar conectado permanentemente, mientras el aparato está en situación de trabajo.

En la figura 5-1 se muestra esquemáticamente la estructura de un contactor electromagnético. Al ser excitada la bobina 4, el núcleo 2 atrae la armadura 3, que actúa sobre el puente portacontactos 5. Al desexcitarse la bobina 4, los resortes antagonistas 6 vuelven todo a su posición inicial.

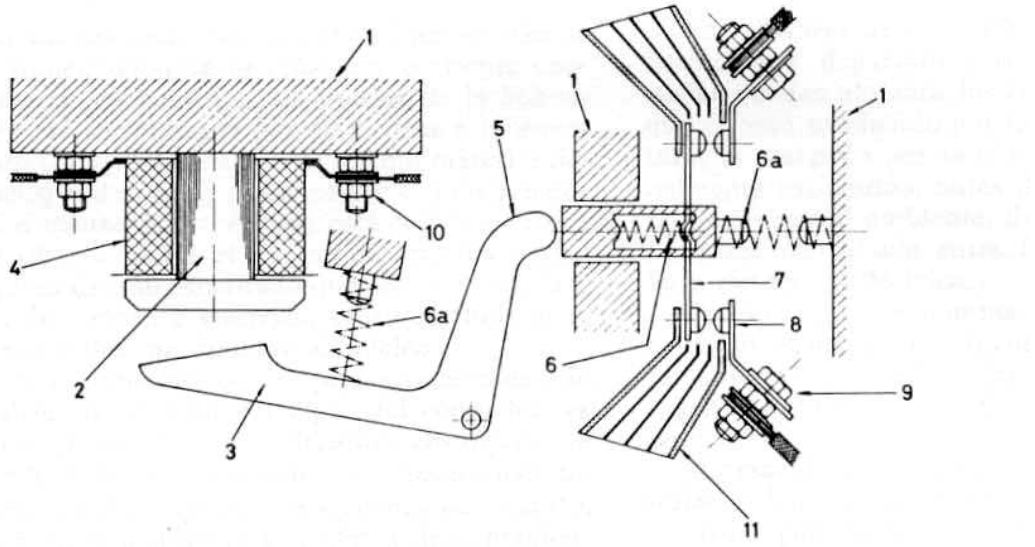


Fig. 5-1. Representación esquemática de un contactor electromagnético: 1. Soporte, 2. Núcleo magnético, 3. Armadura, 4. Bobina, 5. Pieza de conexión, 6. Muelles de presión, 6a. Muelles antagonistas, 7. Contactos principales móviles, 8. Contactos principales fijos, 9. Bornes principales, 10. Bornes de alimentación de la bobina, 11. Cámaras apagachispas.

En todo contactor electromagnético, cabe distinguir los siguientes elementos constructivos (Fig. 5-1):

1. Circuito magnético.
2. Contactos
3. Resortes
4. Cámaras de extinción
5. Soporte

A su vez, el circuito magnético está constituido por tres elementos principales:

a) núcleo
b) armadura o martillo
c) bobina

El núcleo es una pieza (2 de la figura 5-1) que, es de chapa magnética si la alimentación se realiza con corriente alterna, o de hierro dulce si la alimentación se efectúa con corriente continua; se encuentra en el interior de la bobina (4) y, al ser excitado por ésta, atrae a la armadura (3), construida con el mismo material del núcleo y destinada a transmitir el movimiento a los contactos. La bobina está constituida por un carrete, sobre el que se desarrollan varias espiras de hilo esmaltado que, al ser recorridas por la corriente eléctrica, crean el flujo magnético capaz de imantar al núcleo.

Los contactos son las piezas encargadas de realizar la función principal del contactor, es decir, abrir y cerrar circuitos eléctricos; se puede decir que constituyen la parte más importante del contactor. En un mismo aparato, se pueden distinguir dos clases de contactos:

a) **contactos principales**, destinados a abrir y cerrar los circuitos principales o de potencia.
b) **contactos auxiliares**, empleados para lograr diversas combinaciones entre aparatos y cuya función es secundaria respecto a los anteriores; los contactos auxiliares se distinguen fácilmente por su situación y menor tamaño, ya que están destinados a abrir y cerrar circuitos de mando, señalización, etc. es decir, circuitos auxiliares. Como se ha dicho al principio de este párrafo, los contactos auxiliares pueden ser de reposo o normalmente cerrados que permanecen abiertos cuando los contactos principales están cerrados, y de trabajo o normalmente abiertos, que permanecen cerrados cuando los contactos principales están también cerrados.

Tanto los contactos principales como los auxiliares pueden ser contactos fijos (8) si están solidarios al soporte y contactos móviles (7), que son arrastrados por la armadura en su movimiento.

Los resortes están destinados a regular las presiones de los contactos móviles sobre los contactos fijos, así como a conseguir la apertura brusca del contactor cuando se desexcita la bobina. A los primeros (6) se les llama muelles de presión ya los segundos (6a), muelles antagonistas.

Las cámaras de extinción o cámaras apagachispas son departamentos especiales en los cuales quedan alojados los contactos, de forma
que el arco producido por la corriente de ruptura, es alargado por la cámara, dividido y finalmente extinguido, antes de que tenga tiempo de ionizar el ambiente, de tal forma que se produzca un cebado entre fases, debido a su baja rigidez dieléctrica.

Finalmente, se denomina soporte al conjunto de dispositivos mecánicos que permiten fijar entre sí a las diferentes piezas que constituyen el contactor ya éste a su lugar de trabajo.

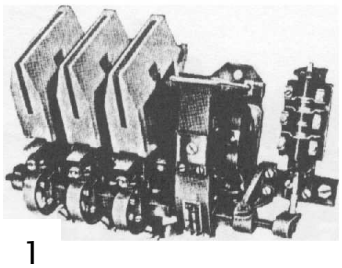
A pesar de su simplicidad constructiva, para obtener buenos resultados con un contactor electromagnético, cada uno de sus componentes ha de haber sido proyectado para satisfacer determinadas exigencias, que se estudiarán en momento oportuno.

1.2 DISPOSICIONES PRÁCTICAS DE CONTACTORES ELECTROMAGNETICOS

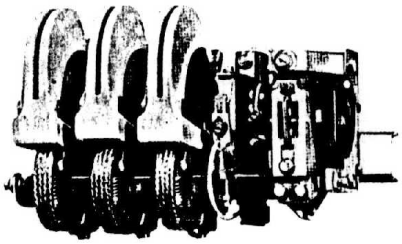
Por ser, con mucho, el de mayor empleo, en esta lección, se estudiará exclusivamente el contactor electromagnético al que, desde ahora, llamaremos simplemente, contactor.

En la figura 5-2 se muestran varias realizaciones prácticas de contactores. Puede apreciarse que se distinguen dos disposiciones constructivas principales:

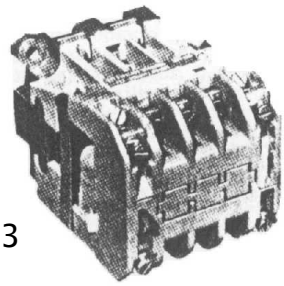
a) Una disposición en la que los contactos principales, auxiliares y bobinas están montadas sucesivamente en un eje convenientemente aislado denominada contactor en barra (1 y 2 de la figura 5-2).
b) Y la otra en la que los elementos estructurales del contactor constituyen un bloque compacto y por esta razón, denominada contactor en bloque (3, 4 y 5 de la figura 5-2).



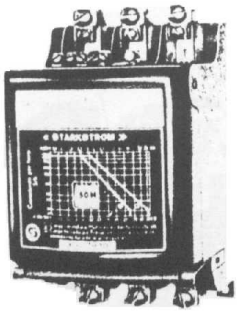
1



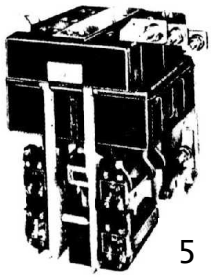
2



3



4



5

Fig. 5-2. Diversas disposiciones de contactores existentes en el mercado.

1. Contactor ACEC, serie K para 100A,
2. Contactor AGUT tipo CG 43 para 65A.
3. Contactor English-Eléctric tipo MC3 para 12A.
4. Contactor Starkstrom tipo DLS 100 para 100A.
5. Contactor Klôchner-Moeller tipo DIL para 500A.

Nota: Las figuras no están representadas en la misma escala

Los diversos fabricantes prefieren una u otra de estas soluciones aunque la tendencia es recurrir a la solución a) para contactores de mediana y gran potencia, y a la solución b) para contactores de pequeña y mediana potencia. Veamos algunos ejemplos prácticos de ambos tipos de contactores.

En la figura 5-3 se representa el contactor de la firma belga ACEC, con indicación de sus partes componentes. Nótese la forma y disposición de las cámaras apagachispas basculantes y amovibles, lo que permite una fácil vigilancia del estado de los contactos principales, así como las trenzas conductoras elásticas para el conexionado del aparato.

Fig. 5-3. Estructura del contactor ACEC tipo K2C. 1.Cámara apagachispas basculante y amovible, 2.Armadura de soplado de plancha, 3.Bobina de soplado magnético, 4.Contactos fijos y móvil con plaquitas de contacto de plata, 5.Agujeros para fijación del contactor, 6.Soporte de hierro fundido, 7.Interruptores auxiliares, 8.Dedos elásticos y regulables para mando de los interruptores auxiliares, 9 y 10.Armadura móvil, 11.Conexiones flexibles en láminas, recubiertas de una funda completa, 12.Bornes principales de conexiones.

En la figura 5-4 se muestra el despiece de un contactor AGUT está constituido como un bloque fácilmente desmontable. Los elementos constituyentes del contactor se montan en forma compacta, por lo que el volumen es mínimo. El pie de la figura indica algunos detalles interesantes de este contactor.

Fig. 5-4. Estructura del contactor AGUT tipo CK: 1.Contactos fijos y móviles de diseño especial, con plaquitas de contacto de plata-óxido de cadmio, soldadas, 2.soporte de contactos fijos moldeado con material aislante, altamente resistente a las líneas de fuga, 3.Bobina completamente encapsulado para su completa protección mecánica y atmosférica, 4.Bornes para embornar pletinas y terminales, 5.Soporte de base metálico con alejamiento en cada esquina para bloque de dos contactos auxiliares, 6.Extintores de arco De-ión, alojados en tapa frontal moldeada con material aislante altamente resistente al arco, 7.Bornes tipos mordaza, de gran capacidad y fácilmente accesibles, 8.Soporte portacontactos móviles y portamertillo moldeado con material aislante altamente resistente al arco, 9.Circuito magnético en forma de U y con entrehierro fijo.

1.3 NORMAS PARA LA UTLLIZACION DE CONTACTORES

Los fabricantes de contactores facilitan catálogos de datos técnicos, constructivos, etc., en los que figuran los límites de aplicación de cada uno de los tipos de contactores por ellos fabricados. Tanto los datos técnicos expuestos como los límites de empleo, se ajustan a Normas universalmente válidas, ya que el contactor es un dispositivo eléctrico de un empleo general en todos los países. La determinación del contactor más adecuado para una específica aplicación es, por consiguiente, de gran interés para los electricistas profesionales ya este tema vamos a dedicar el presente y los próximos párrafos

La Comisión Electrotécnica Internacional (C. E. I.) publicó en 1964 una Norma para contactores, a la que se han adherido los diferentes países, singularmente Alemania (Normas V DE), Inglaterra (Normas BBS) y Francia (Normas UTE) aunque ésta con alguna reserva. En España, todavía no se ha publicado una Norma concreta, por lo que los fabricantes españoles de contactores se ajustan, para su construcción y límites de aplicación, a las Normas de otros países, sobre todo Alemania (V DE) y Francia (UTE), además de la Norma general de CEI indicada anteriormente. En realidad, todas las Normas citadas son casi idénticas, discrepando entre ellas solamente en cuestiones de detalle. De acuerdo con esta orientación general de la fabricación de. contactores en España, basaremos nuestro estudio en las tres Normas ya citadas (CEI, V DE, UTE), razonando nuestras explicaciones.

1.3.1 FUNDAMENTOS PARA LA NORMALIZACION DE LOS CONTACTORES

Para la elección de un contactor, con vistas a una aplicación determinada, se han de tener en cuenta dos c]ases de criterios:

1. Criterios de construcción, que atañen al fabricante.
2. Criterios de utilización, que se refieren al usuario.

Los criterios de construcción más importantes, son]os siguientes:

1. Calentamiento
2. Duración {mecánica y eléctrica)
3. Poder de ruptura y poder de conexión
4. Cualidades dieléctricas.

A estos criterios constructivos corresponden, respectivamente, los siguientes criterios de utilización:

1. Corriente de servicio
2. Clase de servicio
3. Categoría de servicio
4. Tensión de servicio.

La tabla 5-1 expresa la relación entre los criterios de construcción y de utilización.

Criterios de construcción	Criterios de utilización
1. Calentamiento	Corriente de servicio
2. Duración	Clase de servicio
3. Poderes de ruptura y conexión	Categoría de servicio
4. Cualidades dieléctricas	Tensión de servicio

Tala 5-1

A continuación, se estudia separadamente los criterios citados anteriormente.

1.4 CALENTAMIENTO Y CORRIENTE DE SERVICIO DE LOS CONT ACTORES

Para comprender el sentido de estos párrafos, es necesario definir previamente los conceptos de corriente nominal térmica y de corriente de servicio, aplicados a los contactores.

Se denomina corriente nominal térmica a la corriente que pueden soportar los contactos principales de un contactor durante 8 horas, en ausencia de arcos de ruptura, permaneciendo dentro de los límites fijados por el calentamiento. Las corrientes nominales térmicas están normalizadas, según se expresa en la siguiente tabla, y también se denominan calibres.

6	20	**63**	**250**	800	**2500**
8	**25**	80	315	**1000**	**3150**
10	32	**100**	**400**	1250	**4000**
12	**40**	160	500	**1600**	**6300**
16	50	**200**	**630**	2000	**8000**

Tabla 5-2. Intensidades normalizadas (calibres) para contactores.
Nota: Se emplearán preferentemente los valores en negrita.

La corriente de servicio es la corriente máxima que puede controlar un contactor en las condiciones de utilización fijadas por las exigencias del servicio, respondiendo a los imperativos (poderes de ruptura y de conexión, calentamiento, etc.) definidos por la Norma o establecidos por el constructor para una determinada aplicación.

Por consiguiente, para un contactor se tiene:

a) Una corriente nominal térmica, intrínsecamente relacionada con el contactor y fijada por el constructor de acuerdo con los valores normalizados de la tabla anterior.
b) Varias corrientes de servicio, que dependen de las condiciones de carga.

Vamos a desarrollar estas cuestiones. Tomaremos el caso de un motor eléctrico que, durante su funcionamiento, estará sometido a diferentes regímenes: arranque, marcha a plena carga, marcha a cargas parciales, períodos de paro, etc. Si suponemos que la gráfica de carga en función del tiempo, es la representada en la figura 5-5, se apreciará que el calentamiento del motor es superior al que correspondería a la corriente nominal I_c, a causa de las puntas de carga en los arranques; y sería tanto mayor cuanto más frecuentes fueran los arranques. Por consiguiente, en este caso, la corriente nominal I_c del motor será, forzadamente, inferior a la

corriente térmica nominal I_1 del contactor, que habría de conducir al calentamiento máximo admitido por la Norma.

Fig.5. Gráfico de carga de un motor eléctrico, en el que el calentamiento es superior al correspondiente a su intensidad nominal.

Si se trata de un motor de servicio intermitente, la forma del gráfico de trabajo es la representada en la figura 5-6. Si le es la corriente; máxima de servicio, el calentamiento final v_f debe ser el mismo que el que resultaría por el paso permanente de la corriente nominal térmica l_t.

Fig. 5-6. Gráfico de calentamiento de un motor eléctrico para servicio intermitente.

Por el contrario, para una utilización de simple puesta en circuito temporal, donde el contactor debe cerrar sobre una débil punta de corriente, permanecer bajo corriente de plena carga durante cortos períodos de

tiempo, proporcionalmente a la duración del ciclo de trabajo, y después abrirse en vacío, se deduce fácilmente que el calentamiento debido a la corriente de servicio, sería menor que el debido a una corriente nominal térmica del mismo valor; dicho de otro modo que, en este caso particular, la corriente nominal térmica del contactor es inferior a la corriente de servicio del motor.

Se comprende con estos ejemplos que no puede existir identidad entre la corriente de servicio I_c de un contactor y la corriente nominal térmica I_t de este mismo contactor, ya que la corriente de servicio depende del reparto de los diversos tiempos en el ciclo de trabajo y del valor de la punta de arranque. Por otra parte, si en la aplicación en cuestión se producen numerosos arcos de ruptura, éstos también tienen influencia sobre el calentamiento.

1.5 DURACION Y CLASE DE SERVICIO DE LOS CONTACTORES

En lo que respecta a la duración o vida de los contactores, hay que distinguir entre duración mecánica y duración eléctrica; en todos los casos, nos referiremos a los contactos principales del contactar.

La duración mecánica es el número de maniobras (conexión + desconexión) que puede efectuar un contactar, sin corriente en los contactos, antes de que sea necesario revisar o reemplazar las partes mecánicas. El valor que expresa la duración mecánica supone un mantenimiento normal y un ajuste de las partes mecánicas (sin reparación ni reposición) , cada décima parte del número total de maniobras.

En la página siguiente se exponen en una tabla las duraciones mecánicas mínimas para contactores, prescritas por las Normas alemanas VDE.

La duración eléctrica es el número de maniobras (conexión + desconexión) que puede efectuar un contactor, con corriente en los contactos, antes de

que sea necesario revisar o reemplazar los contactos. Como puede suponerse, la duración eléctrica de un contactor es inferior a su duración mecánica ya que ahora deben tenerse en cuenta además los efectos en los contactos de los arcos de ruptura. La duración eléctrica depende de la carga y de la categoría de servicio (que se definirá más adelante) pero, en todos los casos, los contactos deben resistir sin reparación ni reposición 1/20 del número de maniobras correspondiente a la duración mecánica del contactor.

Aparato (clase)	Duración mecánica de maniobras	Ejemplos de aparatos
C1	10^5	Conmutadores manuales. Presóstatos. Grandes contactores. Contactores en aceite.
C3	3×10^5	Conmutadores manuales. Contactores en aceite. Contactores al aire.
D1	10^6	Contactores en aceite.
D3	3×10^6	Contactores auxiliares de mando. Contactores para servicio intermitente.
E1	10^7	Contactores al aire. Contactores especiales.

Tabla 5-3 Duración mecánica de los contactores

Desde el punto de vista del usuario (criterio de utilización), la clase de servicio de un contactor caracteriza las posibilidades de éste, en lo que se refiere a los siguientes puntos:

a) Frecuencia de maniobras (número de maniobras por hora).
b) Robustez mecánica.
c) Duración de los contactos.

De acuerdo con estas consideraciones previas, las Normas para contactores establecen cuatro clases de servicio para estos aparatos:

1. Servicio permanente. El contactor permanece conectado sin interrupción, por tiempo indefinido y superior a 8 horas, estando recorrido los contactos principales por la corriente de servicio.

2. Servicio de 8 horas. Los contactos principales del contactor pueden permanecer cerrados durante un tiempo suficiente para alcanzar el equilibrio térmico, pero que no sobrepase las 8 horas sin interrupción. Al final de este período de tiempo, el contactor debe haber efectuado, por lo menos, una desconexión en carga.
3. Servicio temporal. Los contactos principales del contactor pueden permanecer cerrados (estando recorridos por la corriente de servicio) durante un tiempo insuficiente para que el circuito principal alcance el equilibrio térmico, pero permanecen en reposo un tiempo suficiente para que el circuito principal se enfríe hasta adquirir la temperatura ambiente. En servicio temporal se consideran valores normales (VDE) los de 10, 30, 60 y 90 minutos.
4. Servicio intermitente. Este servicio presenta períodos de trabajo y de reposo, de duración constante y definida, es decir, ciclos de trabajo iguales compuestos cada uno de ellos por un tiempo de conexión y de desconexión, siendo insuficiente la duración de cada tiempo para que el circuito principal alcance el equilibrio térmico.

Para la clasificación de los contactores dentro del servicio intermitente, según el número de maniobras a efectuar en una hora, se establecen las cinco clases de servicio siguientes:

- Clase 0. Número de maniobras por hora ≤ 6
- Clase 1. Número de maniobras por hora ≤ 30
- Clase II. Número de maniobras por hora ≤ 150
- Clase III. Número de maniobras por hora ≤ 600
- Clase IV. Número de maniobras por hora ≤ 1200

Como quiera que para un mismo número de maniobras por hora, las condiciones de empleo del contactor son diferentes, según el tiempo de duración de la conexión y de la desconexión, cada una de las clases de servicio anteriores, se subdivide a su vez en cuatro regímenes de marcha definidos por un factor de marcha (ED) expresado en tanto por ciento, según se indica a continuación:

$$Factor_de_marcha(ED)_en\% = \frac{tiempo_de_marcha}{Ciclo_completo} x100$$

Ciclo completo = Tiempo de marcha + Tiempo de paro

Se consideran normales, los cuatro factores de marcha correspondientes a 15-25-40 y 60 %.

De acuerdo con esto, a continuación se exponen en una tabla las clases de servicio que corresponden a los diferentes factores de marcha para ciclos completos de trabajo mínimos.

Factor de marcha ED	Clase 0 Ciclo completo 600s = 10min		Clase I Cclo completo 120s = 2 min		Clase II Ciclo completo 24s		Clase III Ciclo completo 6s		Clase IV Ciclo completo 3s	
	Marcha (s)	Paro (s)	Marcha (s)	Paro (s)	Marcha (s)	Paro (s)	Marcha (s)	Paro (s)	Marcha (s)	Paro (s)
60%	360	240	72	48	14,4	9,6	3,6	2,4	1,8	1,2
40%	240	360	48	72	9,6	14,4	2,4	3,6	1,2	1,8
25%	150	450	30	90	6	18	1,5	4,5	0,75	2,25
15%	90	510	18	102	3,6	20,4	0,9	5,1	0,3	2,7
	$0,25 \times 10^6$		$0,25 \times 10^6$		$1,2 \times 10^6$		5×10^6		10×10^6	

Tabla 5-4 Factores de marcha y clases de servicio de los contactores. Duración mecánica mínima.

1.6 PODERES DE RUPTURA Y CONEXION Y CATEGORIA DE SERVICIO DE LOS CONTACTORES

Las Normas para contactores, distinguen tres expresiones para los poderes de ruptura y de conexión:

a) En funcionamiento normal
b) En funcionamiento ocasional
c) En caso de cortocircuito

Por ejemplo, si se trata de un contactor destinado al mando de un motor eléctrico, tendremos:

1. La corriente cortada en funcionamiento normal es la que corresponde a la utilización normal; por ejemplo, corte de corriente con motor lanzado.
2. La corriente cortada en funcionamiento ocasional es la que el contactor puede llegar a interrumpir en ocasiones relativamente raras, pero no excepcionales; por ejemplo, corte de corriente con motor calado.
3. Los poderes de ruptura y de conexión en caso de cortocircuito, se dejan a la iniciativa del constructor; pero, salvo indicación contraria, se consideran como idénticos a los valores en funcionamiento ocasional.

En las Normas se clasifican los contactores por su comportamiento a la conexión, en varias categorías de servicio. Así, definiendo un contactor por su categoría de servicio quedan definidos también sus poderes de ruptura y de conexión en funcionamiento normal u ocasional.

Las categorías de servicio se eligen de forma que representen las condiciones de utilización más corrientes y difieren entre sí, por los poderes de ruptura y de conexión exigidos.

En todos los casos, se precisan los poderes de ruptura y de conexión para funcionamiento normal y para funcionamiento ocasional.

Las Normas definen 4 categorías de servicio para aplicaciones de corriente alterna y 5 categorías de servicio para la utilización en corriente continua. A continuación, se describen las características exigidas y campos de aplicación de estas categorías de servicio.

1.6.1 CATEGORIAS DE SERVICIO PARA CORRIENTE ALTERNA

En los contactores para corriente alterna se han definido 4 categorías de servicio, denominadas, respectivamente AC1, AC2, AC3 y AC4, y cuyas características son las siguientes:

- Categoría de servicio AC1. Comprende los contactores previstos para las siguientes condiciones de funcionamiento:
  - ✓ Funcionamiento normal: Conexión y desconexión a la intensidad nominal del aparato receptor.
  - ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 1,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor.
  - ✓ Aplicaciones : Se consideran, en general, las cargas puramente resistivas o débilmente inductivas. Como ejemplos de aplicación, se pueden citar: hornos de resistencia, calefacción eléctrica, máquinas de soldadura, embragues electromagnéticos, válvulas electromagnéticas, etcétera.
  - ✓ También se pueden incluir en esta categoría de servicio los contactores destinados a mandar los circuitos rotóricos de motores de rotor bobinado, siempre que no se abran hasta que se ha producido la apertura del contactor de línea: es decir, que estos contactores abren con una carga nula por lo que, con ellos y en otras aplicaciones análogas, las Normas de algunos países han establecido la categoría de servicio ACO.
- Categoría de servicio AC2. Comprende los contactores previstos para las siguientes condiciones de funcionamiento:
  - ❖ Funcionamiento normal: Se distinguen dos sub categorías:
    - ✓ Subcategoría de servicio AC2: Conexión a 2,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor y desconexión a la intensidad nominal de este mismo aparato.
    - ✓ Subcategoría de servicio AC2': Conexión y desconexión a 2,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor.
  - ❖ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 4 veces la intensidad nominal del aparato receptor.

- ❖ Aplicaciones: Mando de motores asíncronos de rotor bobinado. Cuando las desconexiones se realizan a motor lanzado, se utilizan contactores para la Subcategoría de servicio AC2 ya que, en este caso, las puntas de corriente son menos importantes; cuando las desconexiones se realizan a motor calado o bloqueado o si existen inversiones bruscas (frenado o contracorriente) o desconexiones durante el arranque deben emplearse contactores de la Subcategoría de servicio AC2' porque, de estos casos, las puntas de corriente son elevadas. Como ejemplos de aplicación pueden citarse los siguientes: mezcladoras, centrifugadoras, trituradoras, máquinas para la construcción, máquinas de manutención y transporte de un solo sentido de marcha (Subcategoría de servicio AC2); grandes máquinas herramientas, laminadores, máquinas de manutención, transporte y elevación (Subcategoría de servicio AC2').
- ❖ También se pueden incluir como aplicaciones típicas de esta categoría de servicio, todas aquellas en las que la corriente en el arranque es superior a la nominal mientras que la desconexión se efectúa a la corriente nominal, y dentro, naturalmente, de los límites para los funcionamientos normal y ocasional, indicados anteriormente. Como ejemplos de estas aplicaciones, se pueden citar: instalaciones de alumbrado, alimentación de electroimanes, mando de embragues electromagnéticos, etc.

➢ Categoría de servicio AC3. Comprende los contactores previstos para las condiciones de funcionamiento que se indican a continuación:

- ✓ Funcionamiento normal: Conexión a 6 veces la intensidad nominal del aparato receptor y desconexión a la intensidad nominal de dicho aparato.
- ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión a 10 veces la intensidad nominal, si ésta es inferior o igual a 100 A, y a 8 veces si es mayor de 100 A. Desconexión a 8 veces la intensidad nominal, si ésta es inferior o igual a 100 A, y a 6 veces si es mayor de 100 A.
- ✓ Aplicaciones: Mando de motores asíncronos de rotor en cortocircuito, siempre que la desconexión se realice a motor lanzado, nunca a motor calado; es decir, a condiciones normales de desconexión. Tampoco son admisibles las inversiones bruscas de

corriente, ni el mando por impulsos. En todos los casos citados, las puntas de corriente podrían resultar demasiado elevadas. Como ejemplos de aplicación, se pueden citar los siguientes: máquinas herramientas de un solo sentido de marcha o de dos sentidos si la inversión de marcha se hace previo paro de la máquina; instalaciones de aire acondicionado; compresores, bombas y ventiladores; máquinas de manutención, transporte y elevación, con las condiciones de funcionamiento anteriormente indicadas para las máquinas herramientas, etc.

- **Categoría de servicio AC4.** Comprende los contactores que están previstos para las siguientes condiciones de funcionamiento.
  - ✓ Funcionamiento normal: Conexión y desconexión a 6 veces la intensidad nominal del aparato receptor.
  - ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión a 12 veces la intensidad nominal si ésta es inferior o igual a 100 A, ya 10 veces si es mayor de 100 A. Desconexión a 10 veces la intensidad nominal, si ésta es inferior o igual a 100 A, y a 8 veces si es superior a 100 A.
  - ✓ Aplicaciones: Mando de motores asíncronos de rotor en cortocircuito, si durante su funcionamiento se han de prever desconexiones en el arranque, des conexiones con motor calado, inversiones bruscas del sentido de marcha, mando por impulsos, etc. Es decir, en todas aquellas aplicaciones en que las condiciones de funcionamiento sean muy duras. Como ejemplos de aplicación, pueden citarse los siguientes: máquinas herramientas, laminadores, palas cargadoras, trituradoras, mezcladoras, máquinas para la construcción, máquinas de imprimir, prensas, martinetes, máquinas para la fabricación de cables, máquinas para la manutención, transporte y elevación (grúas, ascensores, montacargas, etc.), excavadoras y accionamientos especiales de maquinaria en general.

En la tabla 5-5 se resumen las características de las categorías de servicio, expuestas en el presente párrafo.

Categoría de servicio	Aplicaciones		Funcionamiento normal						Funcionamiento ocasional					
			Conexión			Desconexión			Conexión			desconexión		
			I	U	cosφ	I	U	cosφ	I	U	cosφ	I	U_e	cosφ
AC1	Cargas no inductivas o poco inductivas. Hornos de resistencias		I_e	U_e	0,95	I_e	U_e	0,95	$1,5I_e$	$1,1U_e$	0,95	$1,5I_e$	$1,1U_r$	0,95
AC2	Motores asíncronos De rotor bobinado	Desconexión a motor lanzado	$2,5I_e$	U_e	0,65	I_e	$0,4U_e$	0,65	$4I_e$	$1,1U_e$	0,65	$4I_e$	$1,1U_r$	0,65
AC2'		Desconexión a motor calado	$2,5I_e$	U_e	0,65	$2,5I_e$	U_e	0,65	$4I_e$	$1,1U_e$	0,65	$4I_e$	$1,1U_r$	0,65
AC3	Motores asíncronos de rotor en cortocircuito. Desconexión a motor lanzado.	$I_e \leq 100A$	$6I_e$	U_e	0,35	I_e	$0,17\ U_e$	0,35	$10\ I_e$	$1,1U_e$	0,35	$8\ I_e$	$1,1U_r$	0,35
		$I_e > 100A$							$8\ I_e$			$6\ I_e$		
AC4	Motores asíncronos de rotor en cortocircuito. Desconexión a motor calado.	$I_e \leq 100A$	$6I_e$	U_e	0,35	$6I_e$	U_e	0,35	$12\ I_e$	$1,1U_e$	0,35	$10\ I_e$	$1,1U_r$	0,35
		$I_e > 100A$							$10\ I_e$			$8\ I_e$		

Tabla 5-5 Categorías de servicio de los contactores de corriente alterna

Donde:

- I = Intensidad de corriente
- I_e = intensidad nominal
- U = Tensión
- U_e = Tensión nominal
- U_r = Tensión de restablecimiento ± 0,5%

Nota: En todos los casos, se consideran valores eficaces, no transitorios.

1.6.2 CATEGORIAS DE SERVICIO PARA CORRIENTE CONTINUA

En las aplicaciones para corriente continua, se han definido 5 categorías de servicio de contactores denominadas, respectivamente, DC1, DC2, DC3, DC4 y DC5 y cuyas características y campos de aplicación se describen a continuación.

- Categoría de servicio DC1: Comprende los contactores previstos para las siguientes condiciones de funcionamiento:
  - ✓ Funcionamiento normal: Conexión y desconexión a la intensidad nominal del aparato receptor.
  - ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 1,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor.
  - ✓ Aplicaciones: Cargas puramente resistivas o débilmente inductivas. Como ejemplos de aplicación, se pueden citar: hornos de resistencia, calefacción eléctrica, máquinas de soldadura, etc.

- Categoría de servicio DC2. Se incluyen en esta categoría los contactores previstos para las siguientes condiciones de funcionamiento:
  - ✓ Funcionamiento normal: Conexión a 2,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 2 milisegundos) y desconexión a la intensidad nominal de este mismo aparato (constante de tiempo hasta 7,5 milisegundos).
  - ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 4 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 2,5 milisegundos).
  - ✓ Aplicaciones: Mando de motores shunt con desconexión a motor lanzado, nunca a motor calado.

- Categoría de servicio DC3. Los contactores incluidos en esta categoría, han de cumplir las condiciones siguientes:
  - ✓ Funcionamiento normal: Conexión y desconexión a 2,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 2 milisegundos).

- ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 4 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 2,5 milisegundos).
- ✓ Aplicaciones: Mando de motores shunt con desconexión a motor calado, inversiones bruscas del sentido de marcha, marcha a impulsos, etcétera.

➢ Categoría de servicio DC4. Se incluyen en esta categoría los contactores previstos para su funcionamiento en las siguientes condiciones:

- ✓ Funcionamiento normal: Conexión a 2,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 7,5 milisegundos) y desconexión a la intensidad nominal de este mismo aparato (constante de tiempo hasta 10 milisegundos).
- ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 4 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 15 milisegundos).Aplicaciones: Mando de motores serie con desconexión a motor lanzado, nunca a motor calado.

➢ Categoría de servicio DC5. Comprende los contactores previstos para las siguientes condiciones de funcionamiento:

- ✓ Funcionamiento normal: Conexión y desconexión a 2,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 7,5 milisegundos).
- ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 4 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 15 milisegundos).

En la tabla 5-6 se resumen las características de funcionamiento de las categorías de servicio para contactores de corriente continua.

Categoría de servicio	Aplicaciones	Funcionamiento normal						Funcionamiento ocasional					
		Conexión			Desconexión			Conexión			desconexión		
		I	U	L/R	I	U	L/R	I	U	L/R	I	U_e	L/R
DC1	Cargas no inductivas o poco inductivas. Hornos de resistencias.	I_e	U_e	1ms	I_e	U_e	1ms	$1,5I_e$	$1,1U_e$	1ms	$1,5I_e$	$1,1U_e$	1ms
DC2	Motores shunt. Desconexión a motor lanzado.	$2,5I_e$	U_e	2ms	I_e	$0,1U_e$	7,5ms	$4I_e$	$1,1U_e$	2,5ms	$4I_e$	$1,1U_e$	2,5ms
DC3	Motores shunt. Desconexión a motor calado.	$2,5I_e$	U_e	2ms	$2,5I_e$	U_e	2ms	$4I_e$	$1,1U_e$	2,5ms	$4I_e$	$1,1U_e$	2,5ms
DC4	Motores serie. Desconexión a motor lanzado.	$2,5I_e$	U_e	7,5ms	I_e	$0,3\ U_e$	10ms	$4I_e$	$1,1U_e$	15ms	$4I_e$	$1,1U_e$	15ms
DC5	Motores serie. Desconexión a motor calado	$2,5I_e$	U_e	7,5ms	$2,5I_e$	U_e	7,5ms	$4I_e$	$1,1U_e$	15ms	$4I_e$	$1,1U_e$	15ms

Tabla 5-6 Categorías de servicio de los contactores de corriente continua

Donde:

- I = Intensidad de corriente
- I_e = intensidad nominal
- U = Tensión
- U_e = Tensión nominal
- U_r = Tensión de restablecimiento ± 0,5%
- L = Inductividad del circuito
- R = Resistencia del circuito
- L/R = Constante de tiempo del circuito ± 15%

1.7 CUALIDADES DIELECTRICAS Y TENSION DE SERVICIO DE LOS CONTACTORES

Las cualidades dieléctricas de los materiales aislantes que constituyen el contactor han de ser tales, que estos materiales puedan soportar las tensiones de servicio y las sobre tensiones que puedan aparecer. Las tensiones nominales normalizadas para contactores, son las expresadas en la tabla 5-7.

Corriente Continua V –	24 (42) (48) 60 110 (125) **220** 250 **440** **600** 750 800 1200
Corriente Alterna V ~	24 (48) 60 (110) 125 **220** 250 **380** **500** 750 -- **1000**

Tabla 5-7: Tensiones nominales normalizadas para contactores.

Notas:

1. Para el circuito principal deben emplearse preferentemente los valores en negritas.
2. Los valores entre paréntesis son normales solamente para circuitos auxiliares o de maniobra. Para estos circuitos, el valor preferente es de 220V.

Sobre los valores expresados en la tabla anterior, las Normas prevén que, en funcionamiento normal, los contactores deben poder conectar en perfectas condiciones con un 10% de caída de tensión por debajo de la tensión nominal para la que han sido calculados y con un 10% de sobretensión por encima de dicha tensión nominal; es decir, que la tensión de servicio de los contactores debe ser, en funcionamiento normal:

$$U = \pm 1{,}1\ U_e$$

U_e = tensión nominal.

Para la desconexión, las tensiones admisibles varían según la categoría de servicio del contactor; en las tablas 5-5 y 5-6, expuestas en el párrafo

anterior, se indican los valores admisibles de la tensión admisible para las diferentes categorías de servicio y para los distintos casos que se representan durante los funcionamientos normal y ocasional de los contactores.

2. FUSIBLES

2.1 CONCEPTOS GENERALES

Los conductores eléctricos y elementos de una instalación eléctrica deben protegerse contra los cortocircuitos y las sobrecargas, llamadas, en general, sobreintensidades.

El procedimiento más sencillo es intercalar en el circuito que se ha de proteger, un trozo de material fácilmente fusible, que funde al pasar por él una intensidad de corriente demasiado elevada y corta el circuito, protegiendo de esta forma al conductor o al elemento de instalación correspondiente. Al conjunto constituido por el trozo de material fusible, el soporte del mismo y los bornes de conexión a la instalación, se denomina cortacircuito fusible aunque más generalmente, se le llama fusible, denominación impropia como vamos a ver a continuación.

2.2 DEFINICIONES

El Vocabulario Electrotécnico Internacional define los siguientes conceptos:

- Cortacircuito: Aparato que corta automáticamente un circuito cuando la corriente alcanza un determinado valor.
- Cortacircuito fusible: Cortacircuito en el que el circuito queda cortado por la fusión de un elemento apropiado.
- Fusible: Parte de un cortacircuito que está destinado a fundirse en condiciones predeterminadas ya provocar con ello la ruptura de un circuito.

Según estas definiciones el cortacircuito fusible está constituido por el fusible, o elemento destinado a fundirse, propiamente dicho, más los elementos aislantes, mecánicos, etc., que soportan el fusible.

El fusible consiste, esencialmente, en un alambre o tira metálica inserta en el circuito de la corriente que, al rebasarse una determinada intensidad, se funde, provocando la desconexión.

Es con estos criterios que estudiaremos estos dispositivos, o sea que, resumiendo:

- El fusible es solamente la lámina de material destinado a fundirse
- El cortacircuito fusible es el dispositivo completo.

2.3 CONDICIONES DE LOS CORTACIRCUITOS FUSIBLES

El vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión especifica los siguientes puntos:

1. Los fusibles deben ir montados sobre material aislante incombustible.
2. Los cortacircuitos fusibles deben construirse de forma que no proyecten metal al fundirse.
3. Los cortacircuitos fusibles deben permitir el recambio bajo tensión de la lámina fusible, sin peligro alguno.

Además de estas condiciones generales, los cortacircuitos fusibles deben cumplir las siguientes condiciones:

a) Deben corresponder a la intensidad de corriente que ha de circular por los conductores.
b) Los mismos fusibles no sirven para distintas cargas y, por lo tanto, se les debe dar una forma que impida que, por equivocación o deliberadamente, se utilicen para cargas que no corresponden a su calibrado.
c) Los fusibles deben tener una indicación que permita reconocer a simple vista, si están quemados o no.

Las intensidades normales de calibrado de fusibles, son las siguientes:
1-2- 3 -4- 5-6-10-15- 20- 25- 30- 35 -40-50 -60 amperios (fusibles de baja intensidad)

100- 150 -200 -250 -300 amperios (fusibles de alta intensidad)

Si por el circuito han de pasar más de 300 A, se recomienda emplear otros medios de protección, por ejemplo, los interruptores automáticos de potencia.

2.4 DONDE DEBEN INSTALARSE LOS FUSIBLES

Cada conductor activo debe protegerse con fusibles (llamando conductor activo al conductor recorrido normalmente por la corriente eléctrica). Los conductores neutros no deben protegerse nunca. Es decir, que, por ejemplo, en una instalación de corriente continua a dos hilos se instalarán dos fusibles, uno para el conductor de ida y otro para el de vuelta. En las instalaciones de corriente alterna trifásica sin neutro, se instalarán tres fusibles, uno para cada fase activa. Y en las instalaciones de corriente alterna trifásica con neutro, tres fusibles solamente, puesto que hemos dicho que el neutro no debe protegerse.

2.5 CLASIFICACION DE LOS FUSIBLES

Los fusibles pueden ser rápidos o lentos. En los lentos se retrasa notablemente la desconexión, recurriendo a artificios especiales (por ejemplo, insertando gruesos puntos de soldadura en el alambre fusible). Un fusible rápido desconecta bajo una corriente quíntuple de la nominal aproximadamente 0,1 segundos, mientras que un fusible lento no lo hace hasta que ha transcurrido 1 segundo.

Los fusibles rápidos se emplean en los circuitos que no presentan sobreintensidades pasajeras importantes; por ejemplo, una red de distribución.

Los fusibles lentos, se llaman también fusibles de motor y fusibles de acompañamiento porque se utilizan para asegurar la protección contra cortocircuitos en los circuitos que normalmente presentan sobreintensidades importantes cuando, por otra parte, estos circuitos están protegidos contra sobrecargas por otros dispositivos. El caso más frecuente es el de los motores protegidos por relés térmicos; como sabemos, durante el arranque un motor consume de S a 6 veces más intensidad durante el arranque que en funcionamiento normal: el fusible lento permite cubrir sin dispararse la punta de corriente producida durante el período de arranque para lo que su calibrado se realiza de la siguiente forma:

- Disparo en 10 segundos para corrientes hasta S veces la intensidad nominal del motor.
- Disparo en 0,2 segundos para corrientes hasta 15 veces la intensidad nominal del motor.

2.6 TIPOS CONSTRUCTIVOS DE CORTACIRCUITOS FUSIBLES PARA BAJA TENSION

A continuación, se exponen algunos tipos constructivos de cortacircuitos fusibles para baja tensión, que cumplen las condiciones impuestas por el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y que hemos expuesto anteriormente.

Como modelo de fusible de cartucho, se describe el tipo Diazed, fabricado por la firma Siemens. Este cortacirucuito fusible consta de dos partes:

1. Fusible propiamente dicho (Fig. 6-1)

2. Base portafusible (Fig.6-2)

A su vez el fusible propiamente dicho consta de tres piezas, que están dibujadas separadamente en figura 6-1.

a) Tapón roscado (pieza a)
b) Cartucho fusible (pieza b)
c) Tornillo de ajuste (pieza c)

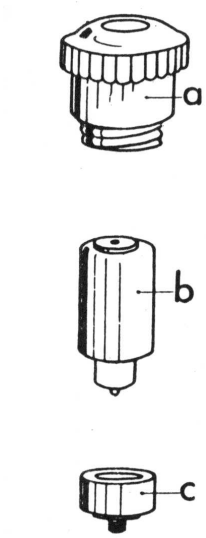


Fig. 6-1. Cortacircuito fusible Diazed de la forma Siemens. a) Tapón roscado. b) Cartucho fusible. c) Tornillo de ajuste

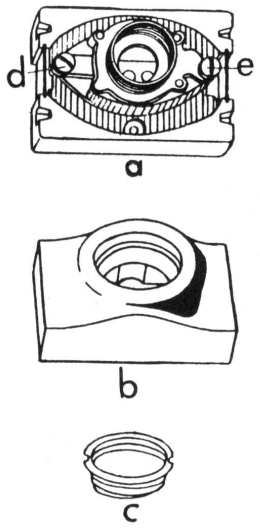


Fig. 6-2. Base portafusible de cartucho Diazed, de la firma Siemens. a) Zócalo. b) Tapa. c) Casquillo roscado. d) Tornillo de conexión a la pieza de contacto, con el tornillo de ajuste. e) Tornillo de conexión al casquillo roscado.

El tapón roscado fija el cartucho fusible a la base portafusible y lleva un dispositivo que indica cuando el fusible está quemado.

El cartucho fusible es un cilindro hueco de material aislante, en cuyo interior se encuentra el hilo fusible; en los extremos del cartucho, éste lleva piezas de contacto que quedan fijadas al apretar el tapón roscado.

El tornillo de ajuste tiene su parte superior (de material aislante) con una abertura ajustada a las dimensiones del extremo inferior del cartucho fusible; la parte inferior se rosca sobre un agujero roscado situado en la base portafusible.

La base portafusible (Fig. 6-2) está constituida también por tres piezas.
Un zócalo **a**, cubierto con una tapa **b**, que está asegurada al zócalo, por medio de un casquillo roscado **c**. El tornillo e de la base va unido al casquillo roscado, mientras que el tornillo **d** lo está a la pieza de contacto con el tornillo de ajuste, descrito en un párrafo anterior.

Los conductores y las conexiones, después de su fijación sobre el panel o tablero, van introducidos en los zócalos de los fusibles y unidos a los bornes d y e de las bases portafusibles; de esta forma, las conexiones resultan visibles y pueden vigilarse y desmontarse por la parte anterior, sin necesidad de desmontar la base.
El conjunto cartucho fusible – tornillo de ajuste está previsto de tal manera que a cada tornillo de ajuste corresponde un cartucho fusible y solamente uno, calibrado a una intensidad aproximada. De esta forma, se evitan recambios erróneos.

A cada intensidad le corresponde un cartucho fusible de diferente diámetro y a cada tensión, un cartucho fusible de distinta longitud.
Por ejemplo, los cartuchos de la figura 6-3 son para la misma tensión (igual longitud) pero diferente intensidad (distinto diámetro); los cartuchos representados en la figura 6-4 son para la misma intensidad (igual diámetro) pero diferente tensión (distinta longitud). De esta forma, se consigue que el cartucho fusible corresponda exactamente a la tensión e intensidad para las que ha sido previsto el circuito que se trata de proteger, pues si se pretende introducir un cartucho que, por su intensidad o por su tensión, no corresponde al previsto, el cartucho, o no entra en el tornillo de ajuste o no encaja con el tapón; en ambos casos, el circuito queda abierto.

Fig.6-3. Cartuchos fusibles para la misma tensión y distinta intensidad.

Fig.6-4. Cartuchos fusibles para la misma intensidad y distinta tensión.

Este sistema se utiliza para tensiones máximas de servicio de 250, 500 y 750 V. Para cada una de las tensiones indicadas, se fabrican cartuchos calibrados para intensidades de 6, 10, 15, 20 y 25 A {con tapón y base de rosca normal o Edison) y 35 y 60 A {con tapón y base de rosca Golliath). Cada intensidad está representada por un color diferente, con el que se pinta el tornillo de ajuste y la plaquita indicadora del cartucho fusible.

El resumen de intensidades y colores distintivos para tensiones hasta 250 V, se representa en la figura 6-5.

Fig.6-5. Intensidades nominales y colores distintos de los cortacircuitos fusibles Diazed, de la firma Siemens.

Los cortacircuitos fusibles de cuchillas de alto poder de ruptura (tipo NH), protegen las instalaciones de distribución contra sobrecargas y contra los efectos de los cortocircuitos. Estos fusibles son de funcionamiento lento y, por lo tanto, también resultan apropiados para proteger consumidores de energía con sobrecargas de corta duración en servicio normal, como sucede, por ejemplo, en el arranque directo de motores asincrónicos con rotor en cortocircuito. Las corrientes de arranque de corta duración, se soportan con estos fusibles sin fundirse y, no obstante, garantizan la segura protección de los conductores contra los cortocircuitos. En estos casos, se recomienda instalar fusibles cuya intensidad nominal sea 1,6 veces la del motor.

A continuación se describe el cortacircuito fusible de alto poder de ruptura, construido por la firma SIMON. El dispositivo (Fig. 6-6) consta de base

portafusible (1) y de cartucho fusible (2), a las que se añade una empuñadura (3) cada cierto número de cartuchos (por ejemplo, tres cartuchos), para la reposición de éstos sin peligro de tocar piezas bajo tensión.

Fig.6-6. Cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura de la firma Simon. **1- Base portafusible, 2- Cartucho fusible, 3- Empuñadura.**

El cartucho lleva el conductor fusible, con dos placas de cierre y las cuchillas de contacto; este conductor está introducido en un cuerpo de esteatita, relleno de arena extintora y en cuyo interior se efectúa la fusión. Las cuchillas de contacto están unidas a los conductores fusibles por soldadura a puntos, con lo que se establece una vía de corriente sin uniones por tornillos; de esta forma, se eliminan las averías que pueden producirse a causa de falsos con tactos en uniones roscadas.

En la placa superior de cierre del cartucho fusible se encuentra un botón rojo de aviso (dispositivo indicador) que indica el estado de servicio del cartucho. Cuando éste está fundido, el botón rojo sobresale de la superficie de la placa.

Estos cortacircuitos fusibles se han previsto para tensiones máximas de servicio de 500 V en alterna y 440 V en continua y según la intensidad nominal y el poder de ruptura, se han previsto cinco calibres diferentes, a los que corresponden cartuchos fusibles y bases portafusibles de distintos tamaños. La gama completa comprende intensidades nominales comprendidas entre 6A y 630A.